

CAI教授法の現状と将来性

— 学習理論および人間性からみた教育のあり方について —

山岡哲雄・橋本圭子*・池田妙子**

CAI-Teaching in the Present and the Future

— About Education as It Should Be in View of Learning Theory and Humanity —

Tetsuo YAMAOKA, Keiko HASHIMOTO, Taeko IKEDA

I. プログラム学習とCAI教授法

I-1. CAIの発展過程及び学習理論.

辰野ら(1969)によれば, CAIは科学技術の発展と革新に伴って増大した膨大な知識をいかに効率的に職場や次世代に教育し, 伝達するかという社会的, 経済的, 或いは教育的要請の中で発展してきたものと考えられている。つまり時を追って増大する科学知識と技術に対処し, これを教育していくためには, 必然的に教育期間が延長されねばならないし, これらの知識や技術を必要とする職場も同時に増え続け, これらの知識や技術の保有者の需要も増大する。このような情勢の中で限られた時間と教育者によって, いかに効率的に知識の伝達を行うか, またいかに効率的に学ぶかということが, 教育に携わる人と教育を受ける人の重要な課題となった。このような時代的要請に応えるものとして期待され, 登場してきたものが初期の教育機械であり, その発展したものが現在のCAIであると考えられている。本章では諸研究者の解説を参考に問題を整理, 検討していきたい。

CAIには当初より, 人間の教育者に代わる教師の役割と学習の効率化とが課せられていたといつてよい。従ってCAIに対する批判は, 機械であるCAIに人間教師の役割が果たせるか, 或いは機械に教育を任せてよいものか, といった素朴な疑問乃至は懐疑と, 教育と学習の効率化が目的化していることに向けられていたといつ

てよいであろう。そしてこれは現在でも尚解決されていない。つまりCAIの発展はこの素朴ではあるが本質的な問題には, 殆ど応えないまま, ただひたすら, 技術的開発を急ぎ, 進めてきたのだといえる。

最近の科学技術, 特にエレクトロニクスの技術的発達により, CAIはこの十数年間に長足の進歩を遂げた。初期の素朴な批判には応えないままであるし, その目的とするところも, 殆ど同じであるが, 一方でその問われていることの質の変化が生じていることもまた, 確かなことのようにである。初期の学習の自動化, 機械化, その学習プログラムの硬直性は徐々に排除されている。しかしそのことが次にまた新しい問題を引き起こしている。

I-2 CAIを背後で支えている学習理論について

初期の教育機械の立案者である Pressey, S. L. (1926) は, 学習機械の原理として, 学習者の解答の正誤を直ちにフィードバックし, 正解された課題を逐次除去していき, 最終的には全体の系列を習得するまで繰返し学習させることを提案している。以後, 教育機械の基本原理解は彼の考えを踏襲したものとなっていく。この基本的原理は, Holland, J. G. (1961) によって発展させられ, 直後強化, 漸進, 刺激漸減, 反応の形成, という4つの原理に定式化されていく。もっとも系統的な学習理論の応用は, Skinner, B. F. (1954) の論文: The science of learning and art of teaching. からであろう。彼の学習機

械への参入は彼の子供の授業参観がきっかけで、一斉授業に対する批判がその発端であったという。Skinnerは次のように提案する。クラスの児童間には能力差があり、その差に応じて最適の学習の単位ステップがあるはずであるが、一斉授業ではそれが無視されて同一規格のステップが採用される。能力のある児童にとっては、ステップは比較的大きい方がよいが、能力の低い児童にとってはステップは小さいほうがよい。後者が落ちこぼれないための教育機械は比較的小さなステップで進む必要があるという。そして彼のオペラント条件付けの考えから、学習は放出される行動、つまり構成反応でなければならない。そしてその反応は強化される必要があった。Skinnerの学習機械の基本原理解は、先のHollandのものがその基本的枠組みとなっており、次の5つの原理からなる。つまり①最適ペースの原理、②積極的反応の原理、③スモール・ステップの原理、④即時確認の原理、⑤フェイディングの原理の5つである。この5つの原理については改めて説明するまでもないであろう。ここで注目すべきことは、それが所謂オペラント条件付けであることから、その反応は構成反応でなくてはならない。そのため、学習のプログラムは、選択反応のときとは異なって、直線型（直列型）とならざるを得ないことである。そしてその反応は強化されるべきものであるから、解答の成否に関する結果の知識（KR）が重要な意味をもってくる。従って、彼の教育機械に対しては、当然この直線型の学習プログラムの硬直性ということが問題とされた。つまりSkinnerは、能力に応じた学習の促進ということを標榜して教育機械を開発したにもかかわらず、彼のプログラムでは、能力の低い児童に合わせたものでしかなかったといえる。これに対してCrowder, N. A. (1960)は、分岐型のプログラムを提唱している。このタイプのプログラムは学習者は選択反応で解答するもので、学習者が能力に応じて、別系統のプログラムへ乗り換えたり、同一プログラム内で、学習者の能力に応じてステップを変えることができる。現在のCAIプログラムは、並列型

であり、ほぼこの選択反応、分岐型を発展させたものと考えてよいであろう。Crowderの理論を可能としたものは、学習理論における媒介過程の理論的進展が預って力があったといわれているが、現在のAIを利用したCAIはSkinner型から媒介過程説を経て、認知理論を取り込む方向へ進んでいる。

そして一方で、SkinnerがCAIの問題に取り組んだ動機が能力に応じた教育の実現にあったにもかかわらず、CAIの現状はその目的を十分に果たしたとはいえない。科学技術、産業界の効率化の要請の方が常に先行し、能力差の問題は隅に押しやられている。或いはむしろ誤った教育観から、能力差に目をつぶって、CAIの発展と普及によって、それが解消するかなのような幻想を振り撒いているともいえるのではないか。

1-3. CAIで何が可能になったか

初期のCAIつまり教育機械は、単に必要な教材を提供し、学習者にこれを解答させ、その答えが正しいか、誤っているかという正誤の情報をフィードバックする程度の機能しかもちえなかった。しかし現在のAIを組み込んだCAIでは、解答の正誤をフィードバックするばかりでなく、学習者と対話し、学習者の思考レベル、思考過程、知識の程度に応じたプログラムを繰出し、さらにはCAI自体がそのような対学習者との相互過程の中から学習し、変化することができるようになっており、そのことがまた新しい問題を提供しているといえる。それは道具から出発し、人間の機能の拡張としての働きをし、人間の機能に取って替り、或いは人間に限りなく近づくことを目指しているものといえる。

しかしそのことによって何がもたらされたか、学習の効率化は、果たして本当に実現したといえるか、教師の労力は軽減されたか、一斉授業による弊害は除かれたといえるか、能力差に応じた教育は実現したといえるか、人間教師が直接教育した場合と比べて、教育の質は向上したといえるのか。こういった問いに対する回答が必要となっている。

以下の章において、CAIについて論じた最近

の研究論文を簡単に紹介し、次にそこで論じられ、或いは主張されていることから生ずる問題について、教育心理学の立場から吟味、検討を加えることにしたい。

Ⅱ．現状と問題点

Ⅱ-1. CAI 研究におけるパラダイムの変換

菅井（1988）は、パラダイム（理論的枠組みと概念装置）の観点からCAI研究について考察した。彼は今日のCAI研究における問題点と動きとして、CAI概念の変質と拡張があったこと、及びCAI研究そのものが新たな発展を迎えようとしていることをあげている。

CAI概念の変質については、1970年頃を境に、行動主義心理学の学習理論に基づいたものから、認知心理学によるものへとパラダイムが変換したという。

行動主義的CAIの典型として、SOCRATES（1958）がある。これはCrowderの分岐型プログラムをコンピュータによって発展させたものであり、学習を、刺激－反応－強化といった枠組みでとらえ、刺激と反応の結合によって学習が成立すると考える。しかし、完全なプログラムを作成することは実際には不可能であるし、また当時のコンピュータ技術からの制約もあった。そして、何よりも学習を行動主義的にとらえることは、その結果受動的な人間観に立つことになる。このような考えに基づいて作られたCAIでは、プログラムによって制御された「教え込み型のCAI」となり、ドリルなど演習の分野では効果があるであろうと述べている。1960年から開発が始まったPLATOは、大型コンピュータを用いてプログラムの作成が容易になるように、また理解しやすいプログラミング用語を開発し、柔軟なプログラムが組めるようにしたものであった。そのためドリル様式に限らず、問題解決様式など多くの形態で使うことができ、認知的へとパラダイムが変換してもPLATOが生きていてと述べている。他に、端末に低価格のカラーテレビ画面を用いたTICCIT、ドリル効果があって実用的なストラ

ンド型のCAIがあるという。

この様な行動主義に基づいたCAI研究は、認知心理学や発達心理学の研究が進展したことにより、認知パラダイムへと変換することになる。その交換に影響を与えることになった動きを、彼は次の3つにまとめている。1つは、ソビエトで1950年頃から展開された「知的行為の多段階形成理論」である。ここでは、行動主義が学習の内的過程をブラックボックスとして見過ごしていることが批判され、知的行為を段階的に形成することでブラックボックス内を明らかにし、認知的学習を制御することがめざされた。知的学習に関する理論の必要性を強調したことは、CAI研究に影響を与えたといえるが、CAIに適用されるまでの発展がないのが現状であるという。2つめは、認知心理学などの発展によって、学習や発達は、環境と主体との相互作用により主体の認知構造が変換、構成されていく過程であるという概念が生まれたことである。主体の用いる認知の枠組みがスキーマ、フレームといった概念で、現在こうした概念をコンピュータに取り入れようとするCAI研究が進められているという。3つめは、個々の学習者の適正に応じて最適の教授・学習活動を行うために、人工知能の応用が図られていることである。個人差に応じた学習は、CAI研究の当初からの目的であったが、分岐型のプログラムでは限界があった。そこで数学モデルを用いた試みがなされたが、実用化するには不十分で、現在は人工知能を応用した自動生成システムのCAI研究が進められているという。

このように、CAIにおける学習は「認知（認識）、意味、知識、理解などの概念装置」でとらえられるようになった。このCAI概念の変質に伴って、実際に開発された知的CAIは、プログラムが組み込まれているのではなく、知識が人間の記憶のように意味ネットワークとして貯蔵されており、その知識を利用した推論の機能を持つという。例えば、エキスパートシステムを組み込んだGUIDON、事実や事実関係の知識を扱うSCHOLARと、SCHOLARの発展として因果関係を学ぶWHY、その他をあげている。こ

これらのCAIが学習の対象とするものには、行動主義的CAI概念の中に含まれなかったものもあり、CAI概念そのものも拡張しているという。従って、木村(1977)がCAIを「コンピュータ利用の教授・学習システム」と定義したように、広い定義が妥当であると述べている。そして、CAI研究も人工知能研究と密接な関係をもったものとなり、新たな発展の時期を迎えるであろうとも述べている。

但し、このような研究が進められ技術的に進歩することにより、柔軟な対話の可能になったCAIが生まれてくることになるであろうが、その一方で、そのことが教育学的にどのような意味があるかという問題が今後に残されていると彼は考えている。

II-2. CAI教授の現状

小笠原(1989)は、どんなにAIを使った知的CAIというものが開発されようとも、人間教師を不用にするほどにはならないであろうし、むしろ、益々必要とするようになって考えている。現状では「教材内容の構造」も「学習者の認知構造」もまだ明らかされておらず、そのような状況で一見知的なCAIを作っても「結局のところまたしても人間教師がCAIの端末の周りを忙しく歩き回り、個々の学習者の相談にのってあげなくてはならない」と述べている。そして、CAIを用いても結局は「教師が付いていなくてはならない上に、一斉授業のときよりもはるかに忙しい」という。何故なら、CAI基本設計思想は、いかに教師の肩代わりをさせるか、そして効率よく一定の目標に到達させるかにあり、そのため学習の進行はプログラム作成者の用意した幾つかの道筋を進む形になっている。このような原理においては、完全に疑問やつまずきに対応することが不可能である上、全く予想外の方向、つまりその学習の到達目標と合致しない方向に興味を広げる学習者には対応できず、CAI学習に興味を持たなくなるという結果に結び付いてしまう。こういった批判は、CAIが教師の代行をする機械であると見なすところに問題があり、CAIは、人間教師の行う授業の、或いは学習者の理解を助ける数ある中の

一つの道具と考え、CAIの可能性と限界を見極めて授業に取り入れる姿勢を持つべきであるという。

しかし、CAIを用いたために教師が忙しくなるのは、CAI教授システムが不十分なためではない。一斉授業の方が却って楽だとすれば、人間教師による教授が不十分で学習者が積極的に学習に参加できないでいるのに、そのことを教師が理解していないだけにすぎない。CAIを用いたために、学習者が教師に積極的に助言を求めるようになれば、それはCAIの目的とする個別学習の成果ともいえる。この問題は、CAIと人間教師の優劣の問題ではなく、両者が相互に補い合っていくことにより、効果が高まることを示している。教師抜きでCAIに学習者の個性を伸ばすことを期待するならば、現在流布しているCAIとは別の、山本のいう所謂“鏡効果”(後述)が注目に値する。

II-3. 低学力生徒に対するCAIの活用

下下(1985)は、算数・数学の低学力生徒に実際にCAI学習を実習させ、CAIの学習効果について検討した。小学校3年生と中学校1年生の低学力生徒を対象にして行った結果、殆どの生徒で算数・数学の学力が向上した。また、CAI学習によって生徒が自主的に勉強時間を長くしようとする傾向があったことから、集中力の養成にCAIは適するとも述べている。そして、今日の学校現場が抱える低学力生徒の問題を解消するには、CAIの導入以外に方法はなく、これによって、低学力の早期治療が可能になるであろうと彼は考えている。

彼の報告によれば、CAI学習は低学力生徒に対し、かなり効果があるようである。しかし、彼はCAIを用いた結果、効果があったとしかいっていない。CAIを用いなくとも学習に対して同じような工夫、努力を行った場合には効果があるかないかということについて何も示されていない。学校現場では教師による対処には限界があるのが現状で、そのためにCAIの学習効果が期待されるのだという。このことは、CAIは、低学力生徒の解消という問題の当面の解決法としては効果があるということを示すの

かもしれないが、CAI独自にどのような効果があるのかという問題はまだ残されていることになる。

また、彼はドリル演習型CAI、知的CAI、ゲーム型CAI、シミュレーション型CAIを比較すると、「実現性が高く、汎用性があり、且つ現場のニーズが高かったのはドリル演習型でありその改良型であった」と述べている。しかしこれは、どのような学習効果を狙っていたのかが示されていない。低学力生徒の問題を即時的に解消するために用いたケースにすぎないのかもしれない。しかし、低学力生徒に限らず学習効果について述べたのであるとすると、次の2つの問題が提起されることになる。1つは、現場で求められている学習効果はドリル演習効果のようなものであるために、この型のCAIが有効であったことが考えられる。その時は、学習をそのようなものと考えてよいのかということが問題になる。もう1つは、知的CAIを用いてもそれは単にコンピュータ技術として知的なだけであって、そのようなCAIを用いても学習者の認知的学習にはあまり効果がないのではないかという問題である。もちろんこの知的CAIが不完全な知的CAIであったということも考えられよう。

II-4. CAIの利用方略

山本(1985)は、教育という人間的な行為をコンピュータがそう簡単に果たせるとは思っていないが、現実の教育に次第に導入されてくるのは確かであろうと考えた。そして、道具としてのコンピュータを教育に活かすことを考えた。教育現場におけるCAIには、教師や生徒が気軽に使えるパソコンが最も適しており、それを活かす決め手は学習ソフト(レッスン)にあると考えた。そして、学習環境を理解し、レッスンの目的や限界を知って、その学習ソフトが用いられる場合に(学習ソフトを使用する人と作り手が一致している場合が望ましいが、実際の現場では困難なようである)、学習効果をあげ、生徒に満足感を与えようとする。

彼は教育教材としてのCAIレッスンの特徴に対話性(双方向性)、個別性、意外性の3点を重

要視している。すなわち、対話を通じてのレッスンが展開されることにより生徒の参加意識が生まれ、個別的にレッスンをさせることにより各生徒が独自の道筋をたどるようになりレッスンに飽きない。また、意外性をもたせることで生徒に緊張感を与えるという。

CAIは次のように分類することもできる。

- (1) アドリブ型
- (2) ゲーム・シミュレーション型
- (3) アドホックフレーム型
- (4) 知識ベース型
- (5) 質問応答型
- (6) 知識獲得型

以上の(1)～(6)は、実際には明確に区別できないが、現場の要求に応じて、適当に各々の長所を取り入れることによりレッスンを開発することが望まれるという。そして、この中で特に次のような効果に注目している。質問応答型CAIのシステムとは単に知識獲得というより、むしろコンピュータとの対話を通じて学習者が自分自身を見つめ直す機会が与えられ、自分自身に不足している知識を得ることにある。すなわち「コンピュータの鏡効果」の利用が重要であるという。これはコンピュータ自身は何もせず、ただ鏡のように使用者の姿を写し出すだけであり、使用者自身が自ら問題を解決するというようなもので、この利用方法は今後増えてくるものと考えている。

山本は、コンピュータ自身が技術的に過渡的状态にあるために技術指導に陥り、教育現場において先生・生徒が技術に振り回される危険があるのではないかと、そうならないために「誰のためのCAIか」と原点に還り考えたいものであるという。

II-5. 対コンピュータ認知

村田(1988)は、我々は出来事に対してその因果関係から捉えようとする傾向が強いということに注目し、人間の認知、特に、対人認知及びコンピュータ認知に関する考察を行った。それによれば、人と人との相互作用のような場合、我々は相手の振舞の原因を自分の側にあるとみなすだけでなく、相手自身の内部にも認め

ようとする。相手の行動の中に、ある一貫した性質をみいだして、それによって相手の傾向性を想定するという。そして、対人認知の発達に伴って「因果スキーマ」を獲得することにより、我々は十分な観察を経なくても、相手のある行動をその人の傾向性の結果だと認知できるようになる。一方、コンピュータの場合にはプログラムが組み込まれており、そのプログラムがコンピュータの振舞を決定することは事実である。しかし、一般にはそれによって映し出された画面だけしか知ることができず、我々にとっては「コンピュータもやはりそのふるまいからしか知ることのできない相互作用の対象である」。そのためコンピュータの技術が発展すればするほど、コンピュータはより人間的になり、人対人と同様の相互作用、認知関係がコンピュータ対人の間に成立してしまう可能性がある」と述べている。そして人対人の相互作用の場合に、ピグマリオン効果やハロー効果の例があるように、必ずしも的確な対人認知が行われるとは限らない。誤った認知作用がコンピュータ対人の間に成立してしまう可能性もあるという。

II-6. CAI 研究の将来

洲之内(1985)は、将来のCAI設計とCAIを通じての学習過程の研究が進んでくれば、教室における授業形態も影響を受けるのではないかという。そのためには、(1)生徒からの反応

(文章、音声など)を適当に受け入れ、整理し、判別する機能(AI)をもったCAI専用機をつくることが望ましい、(2)CAI言語の統一、つまりどの機種でも使えるような互換性のあるものができると、普及が加速されるであろう、(3)よいコースウェアの開発と、いかにCAIを実行するかの方策の研究をする、そのためには、論理的に教材の構造分析を行ったうえで1つのコースを作り、実際に実施した結果をコースの再編成ができるように自己評価システムをつけ、コースの手直しをする、(4)コースウェアの量的な評価方法の研究、この4つのアプローチがあり得るという。

以上において、現在のCAI研究及びその教授法に関する研究から、特色のある研究を抽出し

て紹介してきた。次章では、主要な問題について我々の見解を述べることにする。

III. 教授法の現状とそのあり方について

III-1. 教師に代わり得るとされる諸特性

CAIが学校教育へ取り入れられるようになるきっかけは、Skinnerによって問題提起されたように、能力差のある児童生徒を一斉授業によって教育することの弊害を取り除くことにあったと思われる。また教育者の不足を補うという意味もあった。従ってCAIは当初から人間教師の代理またはその機能の代行を意図して開発されたものであるといっていよい。

この問題を考えるためには、教師が教室で何をしているかの分析が必要であろう。人間としての生徒に対する道義的情緒的交流については、ひとまず保留しておくとして、ここでは、所謂知識の伝達、思考様式の伝達、学習という面に限って問題を吟味していくことにしたい。

教師が学習者にすることは、伝達すべき知識を取捨選択し、その内から必要な知識を系統的に提供し、記憶させ、運用可能にすることである。そのための広範な知識と教育技術を必要とする。従ってCAIには、こうした教師が本来持つべき知識と教育技術とをその教育プログラムに収めておくことになる。理想としてはエキスパート・システムで模範的な教師から抽出した教育プログラムをCAIに入れておけばよい。後はCAIにAIを利用することによって、CAIの知的レベルを人間のレベルに近付けていけば、CAIは限りなく人間教師に、それも、理想的なベテラン教師のそれに近付いていくことになる。

しかしそれでもやはり何か欠けていないだろうか、という不安は解消しそうにない。例えば次のようなケースを考えてみよう。理想的な特定のエキスパート・システムが開発されていたとしよう。CAIはもともと、一斉授業の弊害を解消することもその目的の一つであった。CAIを用いることによって、一人一人の個性に合わせた教育が実現するはずであった。ところでこのエキスパート・システムを用いる学習者

たちはそれぞれ個別に学習するけれども、すっかり同じプログラムで教育されるのであれば、事実上一斉授業を受けているのと大差はないことになる。しかも、CAIを相手の孤独な学習である。そしてそのシステムが仮に勝れたものであったとしても、学習者一人一人に適合したものであるとは限らない。その教育効果は必ずしも同一のものとはなり得ないであろう。一方、幾つかの比較的個性的なエキスパート・システムが開発されていた場合についても、やはり問題は解消しない。これらの多くのシステムが平行して提供されれば、学習者は混乱を引き起こす。その中から学習者が最適のシステムを選択して用いるのではなくてはならないが、どれが自分に最適なシステムであるかを見極めるのは、恐らくシステムを使いこなすことよりも難しいであろう。適切なシステムの見極めができない場合には、悲劇的でさえある。このように考えてくると少なくとも特定のエキスパート・システムには、その学習者の向き不向きを判定する事前テストが開発されていなくてはならない。

Ⅲ-2. 一斉授業と個性

ところで、教室における教師による一斉授業には、それをCAIで解消しなくてはならないほどの、弊害があるのだろうか。一斉授業が批判の対象とされるときには、大抵、次のようなことが問題とされる。個性が無視されている、被教育者の能力差が考慮されていない、そのために授業についていけない者や、易しすぎて退屈しているものが出る、教師の一方的教え込みになる傾向がある、等々である。この批判は当たっているが、一面的で正しくない。CAIによる個別学習で個性が発揮できるだろうか。個性発揮のためには、個性の見極めが必要であるが、それは、例えばクラスの他のメンバーとの比較において、際立ち判明するものであろう。能力差についても同様のことがいえる。これもやはり他のメンバーとの比較の中で明らかになるものである。

この能力差については、更にもう一つの問題がある。現在の教育現場では、この能力差を教育者の側も被教育者の側も、これを敢えて正視

しないようにする傾向がある。知的能力に対する価値観がこの傾向を助長し、正当化している。そのために、人には様々な能力に個体差があり、知的能力についても同様である、という事実を隠蔽しようとする。ときには、それは教育の仕方によって、努力によって、CAIのような教育機械・教育技術の開発やその普及によって解消すると思いついでいる人たちがいる。そして皆同じ能力を発揮できるかのような幻想を振り撒くことになる。或いは、学習の進捗についていけない者が出てきて、能力差が判明してきたときに、事実上落伍した者が落ちこぼれとして、深い痛手を負うという理由で、能力差を表面化しないような配慮が払われる。しかし能力差は厳然として存在するものである。上の議論における落ちこぼれに対する思いやりは正しいにしても、その配慮は誤っている。人は自己の能力差についての正しい認識が必要であり、その上で、どのように生きるかについての自覚を持たねばならない。落ちこぼれというのは、自己との対決を避けて、常に現実から逃避している者のことであろう。能力差とは、直接関係のない問題である。教場における能力差の取扱は、これを隠蔽するのではなくて、その現実を認識させた上で、能力の異なった者が、いかに協力していくかについての方略を模索する方向へ進めるべきなのではないだろうか。クラスにおける能力差の現実とは、むしろクラスの活気の原動力となるのではないかとさえ考えられる。例えば、クラスの中の上位者は一種の牽引車の役割を果たすことが多い。このような働きは、CAIの場合には必ずしも保障されない。

Ⅲ-3. エキスパート・システムと教員養成システム

次に人間教師養成システムとCAIにおけるエキスパート・システム化とを簡単に比較してみることにして。CAIはあくまでも機械であって、人間教師にはなり得ない。しかしこれを単にそのシステムとして比較した場合には、本質的な違いはみられなくなる。CAIにおけるエキスパート・システムは人間教師の中から、その最も模範的な教育技術を抽出してCAIのプログ

ラムとしたものである。一方、人間教師の養成は、これも本質的には最も模範的な教育技術を抽出して教師の卵にこれを伝授し、訓練したものである。従ってエキスパート・システムを批判することは、従来の教員養成システムを批判することになる。その違いは、前者はシステムの受け皿が機械であるのに対して、後者ではそれが人間であり、そのシステムの実行が、前者ではシステムの忠実な励行であるのに対して、後者では恐らく不完全であいまいな所が残っていることであろう。そしてこの項の初めに保留した道義的情緒的交流が交わされるかどうかの違いとなってくる。もちろんこのような問題もいずれは、システム化して、CAIに加えられることであろう。そしてこのように、CAIが益々、人間に近付いていくことによって、また新たな問題が引き起こされてくるのであろう。もっともそれが究極的に人間に近付いたときに、果たして、それでもCAIとしての存在理由があり得るのかということも問題となることであろう。

Ⅲ-4. 教師の機能の拡張ということについて

前項でエキスパート・システムについて吟味したおりに、CAIは人間教師の中の模範的モデルの教育システムを取り出して、その機能の代理をさせるという面について検討した。しかし、CAIには教師の機能の代理のみでなく、教師にはできないことをする、つまり教師の機能の拡張という面も持っている。その意味ではCAIは教師の機能の拡張・道具としての面も持ち合わせていることになる。これはCAIの優れた一面である。

この場合、人間教師はあくまでも教育現場の主役であって、CAIはこれにとって代わるものではない。CAIは教師の思考の代用物なのではなく、教師がよりハイレベルな思考をするための道具となる必要がある。つまり教師がいなくてもCAIがあればよいという考え方はとらないことになる。そして教師はもっと教師でなくてはできないことをする。そのような方向へCAIを開発していくべきであろう。

そしてCAIをこのような道具として位置付け

た場合、今度はそれは学習者に対して、思考訓練の道具として用いることもできるようになるはずである。教育機械の開発の初期段階では、その比較的単純な学習プログラムは機械的であり、お仕着せであり、そこで展開される思考スケジュールは創造的思考や発見学習とは無縁であると考えられた。しかしそのような初歩的段階のものであっても、基本的な思考パターンを習得することには役立つものである。そして所謂、創造的思考も発見的思考もこのような基本的思考パターンの習得が先ずあって、その応用として初めて可能となるものである。最近のAIを用いた比較的ハイレベルのCAIの場合には、学習者の反応に応じてその思考過程を創造的に誘導していくことも可能となるはずであり、教師と学習者との機能が共々、拡張され個体の外で働きその結果が個体の中に取り込まれていくといった好ましい関係が成立する可能性もある。

もっともこのような好ましい効果のみとは限らない。上の関係の中で、教師や学習者が、CAIにおけるプログラムの展開に対して能動的で、これを積極的に運用している場合にはあまり問題は起こらない。しかしこのプログラムに飲み込まれ、それに依存するような事態になったときには、マイナスの効果が生じてくる恐れがある。つまりCAIは人間-機械系の運用過程で、人間の機能が人体の外で発達することと考えることもできる。記憶機能や思考機能、或いは記憶や思考そのものが、人の身体的組織から離れてフロッピー・ディスクに移されていき、そこで独自に運用され且つ発達することにつながる。CAIが教師にとってこのような働きを持つということは、次に学習者、または生徒にとっても同じ働きをするものと考えなくてはならない。心身の機能の拡張であり、延長である道具を使いこなすということは、一方では心身の特殊な発達を促すものである。しかし他方では、それは人間の本来の機能を低下させ、人体外の機能に依存させることになる。或いは人間の機能よりも機械の機能の方を信頼させ依存させることになる。このように道具や機械への依

存は、人間の本来の機能の健全な発達を阻害する効果を持つ。それは丁度薬物依存によって本来の機能が衰えていく麻薬中毒に似た効果を生ずるものと思われる。これを我々はここで仮に「麻薬効果」と呼んでおくことにしたい。人間の内部であることを外で処理するために、人間の能力の退化、発展の終焉に至る危険がある。そうならないように運用すべきである。

Ⅲ-5. 英才教育及び早期教育の問題

ここではCAIによる英才教育の可能性やその技術的問題以前に解決されねばならない問題について指摘しておくことにしたい。

英才教育をする場合、それによって能力差を区別とか差別と考える（みなす）「意識」を取り除いてからでないと危険である。この問題は、スポーツ、芸術活動は英才教育をしても、またその能力差をあからさまにしても、あまり非難も受けないのに、知的なものに関しては、かなりの抵抗と非難を覚悟せねばならないのは何故かという問題を考えてみなくてはならない。知的なものは、人間の価値と関わるものと考えられ、これが低いと価値の低い人間だとみなしてしまうためかもしれない。一方道徳的、行動的、社会的規範に関わる物については、良いものは特別に顕賞される。これは最も人間的価値に関わりがあるにもかかわらず、非難されない。このようなものは人が社会的に学び、社会秩序の維持にも関わっているためともいえる。また知的なものは先天的という認識があるせいかもしれないが、徳目の実行は、本質的には性格と関わっており、両者には実質的差異はないはずである。

英才教育で問題となることの一つに、早期教育の是非についての議論がある。天才的模倣能力を示す幼児期に各種の才能の早期教育を施せば、相当の成果を上げ得るであろうということが考えられるが、一方で、この時期に何を与えるべきかという選択の問題が解決していないことも忘れてはならないであろう。この時期に特殊な技能を教え込むよりは、どのような可能性があるかを判定していくシステムの開発、その可能性を発見して引き出すシステムの開発が先

ずなされねばならない。これまでの早期英才教育は、極少数の成功例の影に、数え切れないほどの挫折者が埋もれている。

更にまた、次の問題も考えておかななくてはならない。従来早期教育に対する反論の一つに、レディネスを無視して教えても効果はない。その証拠に、早期教育を施された子供が進学した後、他の子供にすぐ追い付かれて、次に追い抜かれてしまう、という批判がある。しかしこのケースについては、一概に早期教育の弊害の証拠とはなり得ない。現在の教育制度では、早期教育を受けた子供は、他の早期教育を受けていない子供のレベルでしか教育を受けさせて貰えないからである。彼等に合ったより高い次の段階の教育をどんどん進めれば、彼等はもっと伸びることができるかもしれない。つまり制度的に早期教育を十分受け入れる態勢がまだできていないのである。早期教育の是非についてはもっと様々な面から議論を進めるべきであろう。

Ⅲ-6. コンピュータやCAIが人間の機能に接近していくときの両者の相互作用について

コンピュータが、人間と比べものにならない程、その機能が低いときでも普通の人、つまりコンピュータの素人の場合には、その内部的メカニズムは分からない。そしてコンピュータとの相互コントロールという点では、むしろ人間の方が一方的にコントロールをしなければならぬが、コンピュータの機能は低いので、コントロール感は十分とはいえない。村田のいう無気力、無力感を引き起こしかねない。更にこの低い機能とつきあう過程で、コンピュータは人間のレベルに近づいていくので、人間の方がコンピュータのレベルまで降りていかねばならない。従って、人間の方がコンピュータのレベルに合わせて、ステレオタイプになってしまう危険性がある。これに対して、コンピュータが知的人間的になればなるほど、その危険性は少なくなることが考えられる。

人の思考過程は、初め極初歩的なものから段々複雑で高度なものへ発達していくと考えてよいだろう。このことは個人の発達過程でも、人類の文化史的発達過程でも共に生じていると

いえる。このプロセスは既得の思考のスキーマを次々バックして（つまり初歩的な思考を公式化し）、思考を節約することによって、次にこの思考のスキーマを組み合わせ、更に高度な思考を達成する。そしてこのスキーマの組み合わせ方が更に次の新しいスキーマを生み出し、これがまたバックされていく。これらの思考のスキーマは、初めは人の脳細胞の中に全て蓄積された。次にその一部分は紙の上に言葉という記号によって蓄積された（書籍）。そして教師がこれを次世代にシステムティックに伝達する制度：学校制度が誕生した。CAIはこの思考のスキーマのバックとその蓄積の働きをする。そして現在の状況は、そこにCAIが割り込んできた一種の混乱期であると思われる。CAIの場合には、脳細胞と書物と教師の役割を全部果たし得ると主張しており、確かにその可能性もあるので、混乱を大きくしているといえる。

IV. おわりに

以上、全体としていえることは、CAIは初期の教育機械から発達して、AIを利用した知的で高度な思考と応答のできる人間教師に次第に接近してきたかに見える。その発展のプロセスは一面では、人間教師の機能や役割の分析と反省のための重要な資料を提供するものといえる。

CAIは教師の労力の軽減、場合によってはその代理を果たすことを期待して開発され、被教育者の学習効率向上を目的とした工夫がなされてきた。しかし、これまでのところ装置の開発とその現場への利用という技術的開発とその応用面が先行し、教育の本質に関する議論・探求が置き去りにされているように思われる。

またCAIによって、教育現場での従来の一斉授業からくる弊害の一つである画一性が除去され、個性を尊重し、個性に応じた教授が可能になると考えられた。そしてその研究と実用化が進められてきたのであるが、現実にはCAIによってもやはり、一種独特の画一性が生じてくるように思われる。現在のCAIのレベルでは、やはり事前に準備された幾つかのプログラムに

個性を振り分けていくしかない。そして人間—機械系の中で、人間の主体性がどこまで保証されるかが問題となる。人間と機械の内、相対的に知的に高く柔軟性のある方が、知的に低く融通の利かない方にレベルダウンして、同化してしまう恐れがある。現在のCAIは、個々の機能についてはともかく、総合的にみてまだ人間のレベルにははるかに及ばない。一頃問題とされた、コンピュータ技術者のステレオタイプ化、対人関係不調現象はそのような機械への同化の良い例であろう。無批判にこれを使い、その中のめり込んでいくようなことになれば、人間の精神生活上、危険なものとなる。例えば本文中で論じたように、例えそれが道具として使いこなされているように見える場合でも、有機体の外で機能が拡張される結果、有機体内の機能の発達が阻害される所謂「麻薬効果」が生ずる恐れがある。

もちろんCAIにAIを利用することによって、将来、機械の側が人間に近付いていくことが考えられる。そのような場合には、それだけ機械への同化の危険性は減少し、代わって機械が人間へ同化する方向へ進むことになるだろう。しかし機械であるCAIが、あらゆる面で、人間に近付いていくのだとすれば、そしてそれがCAIの理想の方向であるとすれば、究極的には（個々の機能については人間の機能を越えた道具を使いこなす）現在の人間でよいことになり、CAIの存在理由をもう一度問い直さねばならなくなる。

引用参考文献

- 学習理論研究グループ編 学習心理学。東京：川島書房，1870。
- 木村捨男 CAI システム—教育のプログラム。東洋他編 情報科学講座 E17・2，東京：共立出版，1977。
- 村田光二 因果を推論する——対人認知・対コンピュータ認知——。数理科学，297，70～74，1988。
- 小笠原喜康 CAI の歴史と現状。1989。
- 小保内虎夫 記憶・思考。東京：中山書店，

1961.

大下真二郎 算数・数学教育とCAI. コンピュータと数学教育, 東京: 日本評論社, 4, 47~57,

1985.

オシエイ, T. / セルフ, J. 人工知能による学習革命——学校教育とコンピュータ——. (監訳 坂本昂), 東京: HBJ 出版局, 1984.

洲之内治男 CAIの発展の歴史と将来. コンピュータと数学教育, 東京: 日本評論社, 4, 31~39, 1985.

菅井勝男 CAI研究の可能性と今後の課題——パラダイム論の観点から見たCAI設計思想の転換をめぐる——. 日本教育工学雑誌, 7, 171~181, 1983.

辰野千寿, 天野幸子, 河合英子 プログラム学習. 波多野完治他編 学習心理学ハンドブック, 東京: 金子書房, 507~524, 1969.

戸田正直 記憶とは何か. 数理科学, 特集「記憶」, 201, 5~13, 1980.

山本米雄 CAI活用法. コンピュータと数学教育, 東京: 日本評論社, 40~46, 1985.